



## EFEKTÍVNA PATENTOVANÁ METÓDA V PROCESE EUTROFIZÁCIE POVRCHOVÝCH VÔD

Tibor DZURO - Ružena KRÁLIKOVÁ

## EFFECTIVE PATENTED METHOD IN THE PROCESS OF EUTROPHICATION OF SURFACE WATERS



ENVIRONMENTAL POLICY TOOLS '2016

### ABSTRAKT

Tento článok vznikol v súvislosti s riešením projektom z Európskych štrukturálnych fondov „Implementácia a modifikácia technológie na znižovanie výskytu siníc v stojatých vodách (ITMS: 26220220028)“. V článku sa prezentuje autormi navrhnutá metóda revitalizácie eutrofizovaných vôd. Táto metóda využíva technické zariadenia obsahujúce autormi patentované konštrukcie špeciálnych elektród nachádzajúce sa v elektrolytických reaktoroch. Celý proces aplikácie metódy je v praxi riadený autormi navrhnutým elektronickým systémom a softvérom.

**KEŤOVÉ SLOVÁ:** flotát, patentová metóda, sinicový vodný kvet, vzorka

### ABSTRACT

This article arose in relation to project solution from the European Structural Funds Implementation and modification technology to reduce the occurrence of cyanobacteria in stagnant waters (ITMS: 26220220028)". The article presents the authors proposed a method revitalization of eutrophic waters. This method utilizes technical equipment containing authors patented design special electrodes contained in the electrolytic cell. A whole process of application of the method is in practice controlled by the authors designed an electronic system and software.

**KEY WORDS:** flott, patented method, cyanophytic algal bloom, sample

### ÚVOD

V smerniciach Európskej únie a rôznych medzinárodných dohovoroch sa kladie dôraz na zachovanie ekologickej kvality vody. Jedným zo závažných problémov dodržať tieto podmienky je eutrofizácia vôd. Eutrofizácia je proces obohacovania vôd o živiny, najmä dusík a fosfor, čo vedie k výborným podmienkam pre premnoženie planktónu a teda aj siníc (cyanobacteria). Poznáme dva typy eutrofizácie a to prirodzenú, kedy sa do vody dostávajú živiny z pôdy, z odumretých tiel organizmov, alebo umelú, kde za nadmerné obohatenie vôd živinami môže ľudský faktor. V oboch prípadoch dochádza k premnoženiu rias a siníc, čo má negatívny vplyv nielen na vodnú flóru ale aj faunu. Vysoký obsah živín vedie k porušeniu prirodzeného prostredia vôd a k vytvoreniu vodného kvetu na hladine, čo je sprevádzané práve premnožením siníc (obr.1).

Mechanizmy, ktoré vedú k eutrofizácii sú komplexné a vzájomne previazané. Jej hlavnou príčinou je vysoký prísun živín do vodného telesa, čo vedie k porušeniu rovnováhy potravného reťazca a vysokej koncentrácii biomasy tvorenej fytoplanktónom v postihnutej vrstve vody. Tento stav môže viesť ku tvorbe vodného kvetu, ktorého priamym dôsledkom je nadmerná spotreba kyslíka v blízkosti dna vodného telesa [1].

Ďalšie podporné faktory tohto procesu sa dajú rozdeliť do dvoch kategórií v závislosti od toho, či sú spojené s disperziou živín a rastom fytoplanktónu, alebo s kolobehom kyslíka vo vrstvách vody v blízkosti dna (obmedzenie obehu kyslíka, svetla, pohybu vody) V závislosti od stupňa eutrofizácie sa dajú pozorovať aj iné nepriaznivé účinky. Pri narušení ekosystému dochádza k ochudobňovaniu biodiverzity dôsledkom zvýšeného obsahu toxínov produkovaných sinicami (cyanotoxíny). Za najväznejšie nežiaduce účinky eutrofizácie považujeme deficitu kyslíka, zníženie biodiverzity a produkciu cyanotoxínov [2].



*Obr. 1 Vodný kvet na malej vodnej nádrži*

Na riešenie uvedených problémov získala Katedra procesného a environmentálneho inžinierstva a Katedra priemyselného inžinierstva a manažmentu Strojníckej fakulty, Technickej univerzity v Košiciach nenávratný finančný prostriedok z Eurofondov pre štrukturálny rozvoj vo výške 460 750,- EUR.

## **DEFINOVANIE PROJEKTU, STRATEGICKÉ A ŠPECIFICKÉ CIELE PROJEKTU**

Projekt je zameraný na ďalší vývoj a aplikáciu patentovanej technológie na zlepšovanie životného prostredia EU, pre potreby jej implementácie do praxe, pri riešení problémov eutrofizácie stojatých vôd. Strategickým cieľom projektu je modernizácia a zefektívnenie systému podpory výskumu a vývoja a skvalitnenie infraštruktúry vysokých škôl tak, aby prispievali k zvyšovaniu konkurencieschopnosti ekonomiky, znižovaniu regionálnych disparít, vzniku nových inovatívnych (high-tech) malých a stredných podnikov, tvorbe nových pracovných miest a zlepšeniu podmienok vzdelávacieho procesu na vysokých školách.

Špecifickým cieľom projektu je rozšírenie a modifikácia patentovanej technológie, ktorá vedie k znižovaniu výskytu siníc v stojatých vodách, prostredníctvom spolupráce jednotlivých katedier Technickej univerzity a katedry botaniky na Ústave biologických a ekologických vied, Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. Aktivity projektu vyplývajú zo skutočnosti, že sa v predchádzajúcej dobe podobné problémy na Strojníckej fakulte TU v Košiciach už riešili, predovšetkým pre prax a týkali sa zneškodňovania odpadových vôd. Na katedrách fakulty sú historicky rozpracované podklady, týkajúce sa nevyhnutných predpokladov pre riešenie cieľov projektu, ktoré je potrebné skĺbiť do významového celku /projekčné skúsenosti, konštruovanie nových zariadení, elektrolytické metódy, spektrometrické a kolorimetrické merania a podobne. Existuje tu kvalitná technická základňa, skúsenosti s elektrolytickými metódami čistenia vôd a tieto je možné využiť pre ciele projektu. Jedná aj o technickú a výkresovú dokumentáciu, laboratórne vybavenie a podobne.

Metodológia tejto aktivity je založená na znalostnej báze vedecko-výskumnej základne riešiteľov projektu, týkajúcej sa používania grafických manuálov, softvérov, ako aj znalosti normatífov, legislatívy a riešenia environmentálnych problémov. Metodicky bude spracovaná technická dokumentácia, grafickými a výkresovými prostriedkami budú doložené nevyhnutné zmeny pre aplikáciu existujúcich zariadení v praxi, pričom bude použité know-how riešiteľského kolektívu ako aj doterajšie skúsenosti z predchádzajúcich výskumných úloh.

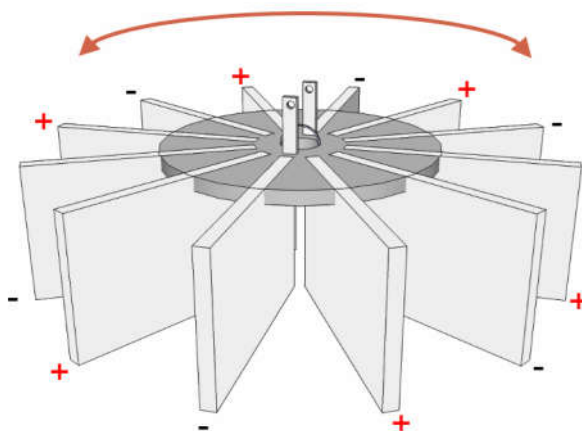
Prínos vyplývajúci z tejto aktivity spočíva predovšetkým z iniciácii vedecko-výskumnej praxe, predovšetkým vodného hospodárstva, konštrukčnej prípravy technologických zariadení, ktorá donesie nové poznatky a tieto prispievajú k zvyšovaniu vedecko-výskumného potenciálu nielen riešiteľského kolektívu. Merateľným dopadom tu budú vedecké pojednania o výsledkoch a dlhodobých účinkoch technológie priestor na vznik nových aplikácií tejto metódy podobne, ako to bolo pri jej vzniku.

## **KOMPLEMENTÁRNA INFRAŠTRUKTÚRA A TECHNICKÉ ZÁZEMIE PRE REALIZÁCIU PROJEKTU**

Komplementárna technická infraštruktúra katedry pre potreby projektu pozostáva z technických zariadení, predovšetkým patentovanej konštrukcie špeciálnych elektród (obr.2), ďalej z elektrolytických reaktorov a zdrojov



jednosmerného elektrického prúdu, ako aj softvérového vybavenia na riadenie činnosti prevádzkových komplexov pri experimentoch. [3, 6]



Obr. 2 Konštrukčné riešenie elektródy, patent SR č.282797/2002



Obr. 3 Komplementárna infraštruktúra experimentálneho zariadenia

Obstarávacía infraštruktúra v zmysle nárokov v projekte slúži ako základ vedecko-výskumnej a vzdelávacej štruktúry novovzniknutých aktivít, predovšetkým Vedecko-vzdelávacieho centra a tiež terénnych laboratórnych pokusov.

Pre činnosť vedecko - výskumnej stanice, ktorá má jeden z hlavných cieľov projektu, byť vedecko – výskumnou základňou na riešenie problémov zneškodňovania siníc v stojatých vodách, je dôležité mať možnosti rozoznávať mikroorganizmy v týchto, vodách teda riasy, sinice, prípadne ďalšie vodné živočíchy a to vo vzájomnej väzbe (napr. vplyv elektrolýzy na vodnú populáciu, žiab, rakov a podobne ale tiež negatívny dôsledok výskytu siníc na túto populáciu, ale predovšetkým na človeka). Pre tieto činnosti je potrebné dlhodobo sledovať jednotlivé ukazovatele kvality vody, ako aj sledovanie makro a mikro flóry, či fauny na experimentálnej vodnej ploche.

Charakteristika nových možností činností v laboratóriu:

- stanovovanie množstva KTJ baktérií, siníc, patogénnych prvkov,
- stanovenie charakteristík chémie vody,
- meranie kvantitatívnych charakteristík výskytu nežiaducich látok vo vode,
- meranie príľnavosti organických flotátov na zberacích zariadeniach,
- stanovenie spôsobov nakladania s organickým flotátom.

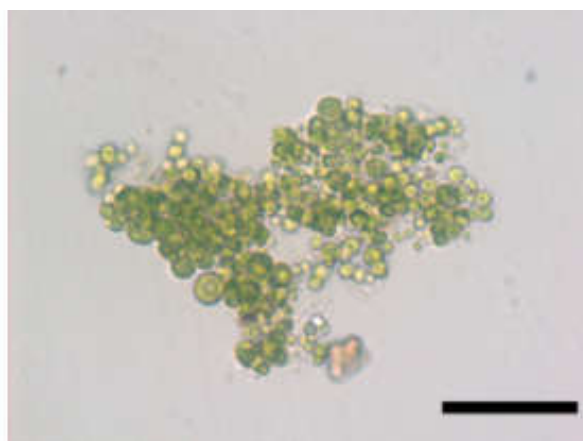
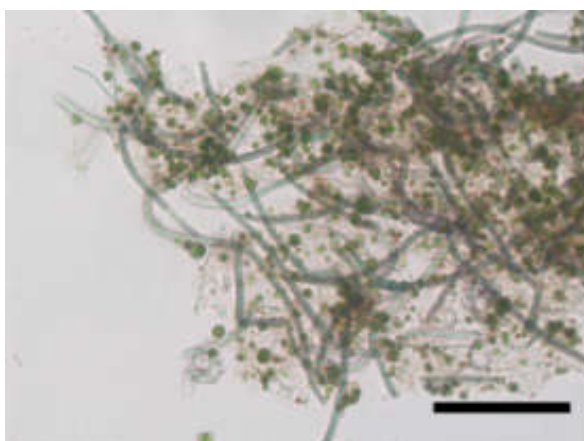
Všetky tieto činnosti sú umožnené novým prístrojovým vybavením laboratória o spektrálny analyzátor (obr. 4) a svetelný mikroskop (obr.5) a dávajú priestor pre výchovu študentov, predovšetkým na druhom a treťom stupni vysokoškolského štúdia. Prvé digitálne pohľady na mikroskopický život vo vode v laboratórnych podmienkach sú na obrázkoch 6. až obr.12.



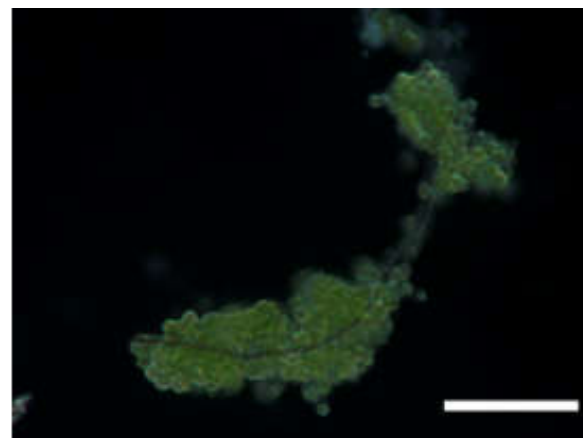
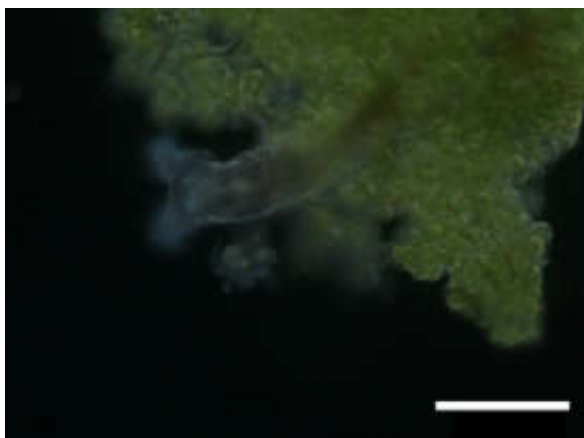
Obr. 4 Spektrofotometer a pH meter Obr. 5 Svetelný mikroskop

V súčasnosti je laboratórium doplňované zariadeniami na odber vzoriek vody, meranie kvality vody. Ďalej sú zakúpené jemné analytické váhy na kvantitívne merania vzoriek a začínajú sa vyrábať špeciálne zariadenia. [4]

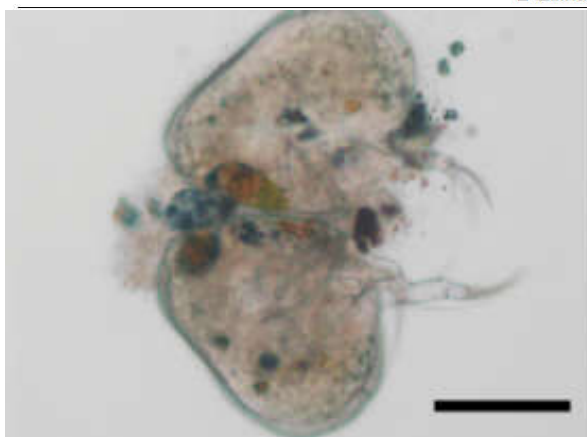
Svetelný mikroskop nám umožnil digitálny obraz na mikroskopický život v odobratej vzorke vody z uvedenej malej vodnej nádrže. [8]



Obr. 6 Vlákna siníc a zelené riasy (BF) Obr. 7 Zelené riasy (BF)



Obr. 8 Rotifera, zelené riasy (DF) Obr. 9 Zelené riasy, sinice (DF)



Obr. 10 Plankton (cladocera) Obr. 11 Plakton (protozoa)



Obr. 12 Zelené riasy

Laboratórne experimenty vplyvu elektrolýzy na mikroskopický život vo vode sme previedli na malom elektrolytickom zariadení, kde sa vizuálne sledoval proces elektroflotácie na vzorke vody z vodnej nádrže Čaňa (neďaleko Košíc).

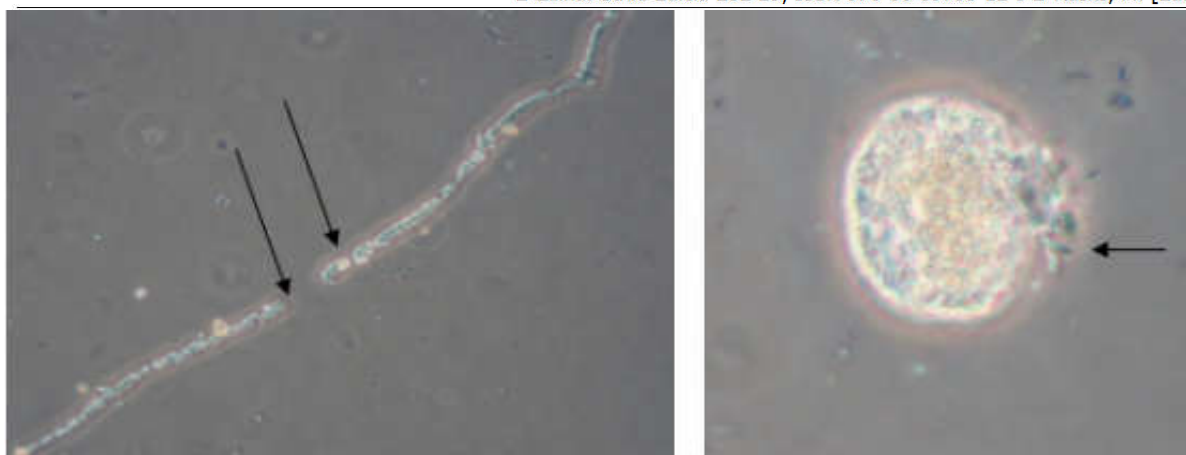
Skúška sa previedla počas doby 15 minút, pri napätí 24 V. Efekt sa dostavil po dobe 10 minút, keď sa na povrchu vytvoril flotát (obr.14) s určitou charakteristickou hrúbkou. Po ďalších 5 minútach sa flotát zo vzorky vody odobral ručne a jasne sa pozorovala číra voda zbavená vegetačného zafarbenia (obr.15).



Obr. 13 Vzorke vody Obr. 14 Flotát na vzorke vody Obr. 15 Voda po elektroflotácii

Zneškodnené sinice, ktoré sedimentovali, sme podrobili mikroskopickému pozorovaniu a výsledky sú pozorovateľné na obr. 16. a obr. 17.

V tomto prípade ide o rozrušenie plazmatickej membrány elektrickým účinkom, čo sa prejavilo prasknutím, nakoľko bunka sinice nevydržala veľký vnútrobunkový osmotický tlak. Následne pri prasknutí membrány lyzozómov v týchto poškodených bunkách enzýmy rozložia celý obsah bunky [7].



Obr. 16 Roztrhnutá vláknitá sinica Obr. 17 Prasknutá bunková stena sinice

## VYHODNOTENIE EXPERIMENTU A ZÁVERY

Výskyt siníc, vodných kvetov, vo vodárenských nádržiach, rekreačných vodách a rybníkoch na Slovensku sa dá dobre pozorovať hlavne v letných mesiacoch pri ustálenom počasí. Dôsledkom premnoženia siníc je tvorba vodného kvetu, obmedzuje vodárenské, rybochovné a rekreačné využitie vodných nádrží. Znečistenie stojatých a málo tečúcich vôd, hlavne na východnom Slovensku, znepokojuje vodohospodárov natoľko, že sa hľadajú netradičné spôsoby revitalizácie týchto vôd. Rekreačné kúpanie je ohrozené sinicovým vodným kvetom, ktorý znehodnocuje vodu na kúpanie a spôsobuje zdravotné problémy u kúpajúcich sa. Okrem negatívnych vplyvov pri využívaní nádrží, nepriaznivo pôsobí aj na ostatné organizmy, ktoré vo vode žijú.

Vodný kvet siníc má schopnosť meniť fyzikálne a chemické vlastnosti vody a uvoľňovať nebezpečné toxické látky. Uvedené laboratórne experimenty sú príslubom pre realizáciu metód zneškodňovania siníc na väčších vodných plochách aj v reálnych podmienkach. Hlavným impulzom, ktorý motivoval kolektív riešiteľov k vypracovaniu projektu bola potreba praxe. Pred samotnou realizáciou aplikovaného výskumu, pred tým ako sa spustí spolupráca s praxou, bude v zmysle výstupov projektu vytvorená výskumno-vzdelávacia základňa, kde sa budú koncipovať modifikované zariadenia, ktoré budú verifikované a poslúžia ako podklady pre ďalšie technické riešenia.

### POĎAKOVANIE [zaradenie príspevku]

*Tento príspevok vznikol v rámci projektu KEGA 048TUKE-4/2015 Transfer poznatkov z vedecko - výskumnej činnosti do multimediálneho vzdelávacieho procesu v predmete "Životné prostredie a strojárka výroba", riešeného na Katedre procesného a environmentálneho inžinierstva, Strojníckej fakulty, Technickej univerzity v Košiciach*

## ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] ANSARI, A.: Eutrophication: causes, consequences and control, Springer, 2010, str. 550, ISBN: 9048196248.
- [2] BAČKOR, M.: Systematika nižších rastlín I. (sinice, riasy a slizovky), UPJŠ, Košice, 2007, str. 140, ISBN 978-7097-673-9.
- [3] BENDÍKOVÁ, M.: Eutrofizácia malých vodných nádrží. In: I. konferencia s medzinárodnou účasťou: Malé vodné diela alternatívne zdroje energie, Litera, Košice, 2001, str. 189, ISBN 80-232-0205-7.
- [4] BUSTILLOS, L.: Microalgae and other phototrophic bacteria: Culture, Processing, Recovery and New Products, Nova Science Pub Inc., 2015, str. 373, ISBN: 1634820789.
- [5] HERMANS, A. J.: Water Waves and Ship Hydrodynamics, Springer, 2010, str. 169, ISBN: 9400700954.
- [6] ŠEBO, D., STAVNIKOVIČOVÁ, D., FRIMER, R.: Equipment for disposal of cyanobacteria in standing waters. In: Konferencija Obrdržavanja "Kod 2008", Zbornik radova, Tivat, 2008, Podgorica, Univerzitet Crna Gora, p. 195-200.



- [7] STAVIANIČOVÁ, D.: Dizertačná práca 2009 Návrh a overenie technických zariadení na zneškodňovanie síŕic v stojatých vodách.
- [8] Slovenský vodohospodársky podnik.: [online], [cit. 2016-09-09]. Dostupné na internete: <https://www.svp.sk>

#### ADRESY AUTOROV

**Ing. Tibor DZURO, PhD.**

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra procesného a environmentálneho inžinierstva,  
Park Komenského 5, 042 00 Košice, Slovenská republika  
e-mail: [tibor.dzuro@tuke.sk](mailto:tibor.dzuro@tuke.sk).

**doc. Ing. Ružena KRÁLIKOVÁ, PhD.**

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra procesného a environmentálneho inžinierstva,  
Park Komenského 5, 042 00 Košice, Slovenská republika  
e-mail: [ruzena.kralikova@tuke.sk](mailto:ruzena.kralikova@tuke.sk).

**RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU**

*Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.*

**REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS**

*Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.*